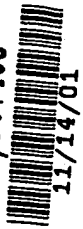


日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

Jc971 U.S. PTO
09/987460



別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日
Date of Application:

2000年11月16日

出 願 番 号
Application Number:

特願2000-349932

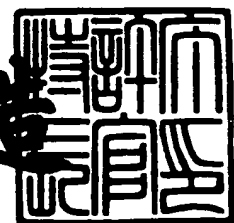
出 願 人
Applicant(s):

日本電気株式会社

2001年 9月14日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

及 川 耕 造



CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT

出証番号 出証特2001-3085268

【書類名】 特許願
【整理番号】 47500398
【あて先】 特許庁長官殿
【国際特許分類】 H04B 10/04
H04B 10/08
H04B 10/155

【発明者】

【住所又は居所】 東京都港区芝五丁目 7 番 1 号
本電気株式会社内

日

【氏名】 山根 隆志

【特許出願人】

【識別番号】 000004237
【氏名又は名称】 日本電気株式会社

【代理人】

【識別番号】 100082935
【弁理士】
【氏名又は名称】 京本 直樹
【電話番号】 03-3454-1111

【選任した代理人】

【識別番号】 100082924
【弁理士】
【氏名又は名称】 福田 修一
【電話番号】 03-3454-1111

【選任した代理人】

【識別番号】 100085268
【弁理士】
【氏名又は名称】 河合 信明
【電話番号】 03-3454-1111

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 008279

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9115699

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 波長多重光通信システムにおける波長の一括検出方法及び方式並びに波長多重光送信装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 波長多重光通信システムにおける波長の検出方法であって、互いに異なる周波数で変調を受けた複数の波長の光からなる波長多重伝送光を一部分岐し、複数の通過域を有する光フィルタに透過したのち光電変換し、前記光電変換した電気信号をそれぞれの前記変調周波数を通過域とする帯域通過フィルタリング手段に透過し、前記帯域通過フィルタリング手段のそれぞれの通過域の出力レベルを検出して、前記波長多重伝送光の含むそれぞれの波長の変動を検知することを特徴とする波長多重光通信システムにおける波長の一括検出方法。

【請求項 2】 前記信号光の波長が、前記波長変動の検知を開始する前に、前記光フィルタリング手段の有する通過域と阻止域の間の波長域に初期設定することを特徴とする前記請求項 1 記載の波長多重光通信システムにおける波長の一括検出方法。

【請求項 3】 前記光フィルタリング手段の有する通過域と阻止域の間の波長域が、前記波長変動の検知を開始する前に、前記信号光の波長を含むように初期設定することを特徴とする前記請求項 1 記載の波長多重光通信システムにおける波長の一括検出方法。

【請求項 4】 波長多重光通信システムにおける波長の検出方式であって、異なる周波数で変調を受けた異なる波長の信号光を発出する複数の光送信手段と、前記複数の信号光を波長多重伝送光に多重し送出する波長多重手段と、前記波長多重伝送光を一部分岐する手段と、複数の通過域を有し前記波長多重伝送光の分岐した成分を透過させる光フィルタリング手段と、前記光フィルタリング手段を透過した光を一括受光し光電変換する手段と、前記光電変換した電気信号をそれぞれの前記変調周波数を通過域とする帯域通過フィルタリング手段を備え、前記帯域通過フィルタリング手段のそれぞれの通過域の出力レベルを検出して、

前記波長多重伝送光の含むそれぞれの波長の変動を検知することを特徴とする波長多重光通信システムにおける波長の一括検出方式。

【請求項 5】 前記信号光の波長が、前記波長変動の検知を開始する前に、前記光フィルタリング手段の有する通過域と阻止域の間の波長域に初期設定されていることを特徴とする前記請求項 4 記載の波長多重光通信システムにおける波長の一括検出方式。

【請求項 6】 前記光フィルタリング手段の有する通過域と阻止域の間の波長域が、前記波長変動の検知を開始する前に、前記信号光の波長を含むように初期設定されていることを特徴とする前記請求項 4 記載の波長多重光通信システムにおける波長の一括検出方式。

【請求項 7】 前記帯域通過フィルタリング手段が、複数かつ並列に配設された電氣的帯域通過フィルタであることを特徴とする前記請求項 4 記載の波長多重光通信システムにおける波長の一括検出方式。

【請求項 8】 前記帯域通過フィルタリング手段が、前記光電変換手段の出力信号をデジタル変換する手段と、デジタルフィルタ機能を有する信号処理手段を備えることを特徴とする前記請求項 4 記載の波長多重光通信システムにおける波長の一括検出方式。

【請求項 9】 波長の変動を検知した出力を光源に帰還して波長を安定化する光送信装置であって、

異なる周波数で変調を受けた異なる波長の信号光を発振する半導体レーザと前記半導体レーザの温度を制御する温度制御器を備えた複数の光送信手段と、

前記複数の信号光を波長多重伝送光に多重し送出する波長多重手段と、

前記波長多重伝送光を一部分岐する手段と、

複数の通過域を有し前記波長多重伝送光の分岐した成分を透過させる光フィルタリング手段と、

前記光フィルタリング手段を透過した光を一括受光し光電変換する手段と、

前記光電変換した電気信号をそれぞれの前記変調周波数を通過域とし、それぞれの通過域の出力を、対応する周波数で変調を受けた前記半導体レーザの温度を制御する前記温度制御器に出力する帯域通過フィルタリング手段を備え、

前記温度制御器が、前記帯域通過フィルタリング手段の出力を所定のレベルに一定化するように前記半導体レーザの温度を制御して、前記波長多重伝送光の含むそれぞれの波長を安定化することを特徴とする波長多重光送信装置。

【請求項 1 0】 前記信号光の波長が、前記波長変動の検知を開始する前に、前記光フィルタリング手段の有する通過域と阻止域の間の波長域に初期設定されていることを特徴とする前記請求項 9 記載の波長多重光送信装置。

【請求項 1 1】 前記光フィルタリング手段の有する通過域と阻止域の間の波長域が、前記波長変動の検知を開始する前に、前記信号光の波長を含むように初期設定されていることを特徴とする前記請求項 9 記載の波長多重光送信装置。

【請求項 1 2】 前記帯域通過フィルタリング手段が、複数かつ並列に配設された電氣的帯域通過フィルタであることを特徴とする前記請求項 9 記載の波長多重光送信装置。

【請求項 1 3】 前記帯域通過フィルタリング手段が、前記光電変換手段の出力信号をデジタル変換する手段と、デジタルフィルタリング機能を有する信号処理手段を備えることを特徴とする前記請求項 9 記載の波長多重光送信装置。

【請求項 1 4】 波長の変動を検知した出力を光源に帰還して波長を安定化する光送信装置であって、
異なる周波数で変調を受けた異なる波長の信号光を発振する半導体レーザと前記半導体レーザの温度を制御する温度制御器を備えた複数の光送信手段と、
前記複数の信号光を波長多重伝送光に多重し送出する波長多重手段と、
前記波長多重伝送光を一部分岐する手段と、
複数の通過域を有し前記波長多重伝送光の分岐した成分を透過させる光フィルタリング手段と、
前記光フィルタリング手段を透過した光を一括受光し光電変換する手段と、
前記光電変換した電気信号をそれぞれの前記変調周波数を通過域とし、それぞれの通過域の出力を、対応する周波数で変調を受けた前記半導体レーザの温度を制御する前記温度制御器に出力する帯域通過フィルタリング手段を備え、
前記温度制御器が、前記半導体レーザの温度を差分的に変動させたとき、前記帯

域通過フィルタリング手段の差分的な出力が最小となるように、前記半導体レーザの温度を制御して、前記波長多重伝送光の含むそれぞれの波長を安定化することを特徴とする波長多重光送信装置。

【請求項 1 5】 前記信号光の波長が、前記波長変動の検知を開始する前に、前記光フィルタリング手段の有する通過域に初期設定されていることを特徴とする前記請求項 1 4 記載の波長多重光送信装置。

【請求項 1 6】 前記光フィルタリング手段の有する通過域が、前記波長変動の検知を開始する前に、前記信号光の波長を含むように初期設定されていることを特徴とする前記請求項 1 4 記載の波長多重光送信装置。

【請求項 1 7】 前記帯域通過フィルタリング手段が、複数かつ並列に配設された電氣的帯域通過フィルタであることを特徴とする前記請求項 1 4 記載の波長多重光送信装置。

【請求項 1 8】 前記帯域通過フィルタリング手段が、前記光電変換手段の出力信号をデジタル変換する手段と、デジタルフィルタリング機能を有する信号処理手段を備えることを特徴とする前記請求項 1 4 記載の波長多重光送信装置。

【請求項 1 9】 前記光フィルタリング手段が、アレイ導波路回折格子型分光素子で構成されていることを特徴とする前記請求項 4 記載の波長多重光通信システムにおける波長の一括検出方式並びに前記請求項 9 及び 1 4 記載の波長多重光送信装置。

【請求項 2 0】 前記光フィルタリング手段が、ファイバブラッグ回折格子型分光素子で構成されていることを特徴とする前記請求項 4 記載の波長多重光通信システムにおける波長の一括検出方式並びに前記請求項 9 及び 1 4 記載の波長多重光送信装置。

【請求項 2 1】 前記光フィルタリング手段が、ファブリペロ・エタロン型分光素子で構成されていることを特徴とする前記請求項 4 記載の波長多重光通信システムにおける波長の一括検出方式並びに前記請求項 9 及び 1 4 記載の波長多重光送信装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、波長多重光通信システムにおける波長の一括検出方法及び方式並びに波長多重光送信装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

近年のデータ通信市場の急成長に伴い、伝送容量拡大の要求も急速に高まっている。このニーズに応えるため、WDMシステムでは多重する波長数を増やすことで伝送容量の拡大を図っていたが、それも限界に近いため最近では波長間隔を狭くすることにより、波長数をさらに増やせるようにする方法が主流となっている。WDMシステムでは、波長間隔は狭くすれば狭くするほど、波長の管理（波長の変動の抑制）が重要となるが、これまでの光送信器では1つの波長すなわち1つの光送信器に1つの波長検出素子が必要であるため、光送信器のサイズが大きくなり、結果として装置全体のサイズも大きくなってしまっていた。装置の大型化を防ぐには、多数の波長を一括して管理することが望ましい。

一括して検出する方法として光スペクトラムアナライザなどを実装する方法が考えられているが、光スペクトラムアナライザ自体が高価なこと、定期的に保守が必要なことからシステム全体のコストアップにつながっていた。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】

本発明は、上記のような従来技術の難点に鑑みて成されたものであって、その目的とするところは、波長多重光通信システム（WDMシステム）において、複数の光送信器の光波長変動を一括して検出する方式並びにこれを用いた波長多重光送信装置を提供することにある。

本発明によれば、多重化された後の光を利用するため、極めて簡単な構成で波長検出が可能となり、多重数（波長数）の増加に伴う回路規模拡大が押さえられるため、WDM装置全体の小型化並びに低コスト化が可能となるものである。

【0004】

【課題を解決するための手段】

本発明の請求項 1 に係わる発明の波長多重光通信システムにおける波長の一括検出方法は、波長多重光通信システムにおける波長の検出方法であって、互いに異なる周波数で変調を受けた複数の波長の光からなる波長多重伝送光を一部分岐し、複数の通過域を有する光フィルタに透過したのち光電変換し、前記光電変換した電気信号をそれぞれの前記変調周波数を通過域とする帯域通過フィルタリング手段に透過し、前記帯域通過フィルタリング手段のそれぞれの通過域の出力レベルを検出して、前記波長多重伝送光の含むそれぞれの波長の変動を検知することを特徴とする。

また、本発明の請求項 2 に係わる発明の波長多重光通信システムにおける波長の一括検出方法は、前記請求項 1 に係わる発明記載の前記信号光の波長が、前記波長変動の検知を開始する前に、前記光フィルタリング手段の有する通過域と阻止域の間の波長域に初期設定することを特徴とする。

また、本発明の請求項 3 に係わる発明の波長多重光通信システムにおける波長の一括検出方法は、前記請求項 1 に係わる発明記載の前記光フィルタリング手段の有する通過域と阻止域の間の波長域が、前記波長変動の検知を開始する前に、前記信号光の波長を含むように初期設定することを特徴とする。

また、本発明の請求項 4 に係わる発明の波長多重光通信システムにおける波長の一括検出方式は、波長多重光通信システムにおける波長の検出方式であって、異なる周波数で変調を受けた異なる波長の信号光を発出する複数の光送信手段と、前記複数の信号光を波長多重伝送光に多重し送出する波長多重手段と、前記波長多重伝送光を一部分岐する手段と、複数の通過域を有し前記波長多重伝送光の分岐した成分を透過させる光フィルタリング手段と、前記光フィルタリング手段を透過した光を一括受光し光電変換する手段と、前記光電変換した電気信号をそれぞれの前記変調周波数を通過域とする帯域通過フィルタリング手段を備え、前記帯域通過フィルタリング手段のそれぞれの通過域の出力レベルを検出して、前記波長多重伝送光の含むそれぞれの波長の変動を検知することを特徴とする。

また、本発明の請求項 5 に係わる発明の波長多重光通信システムにおける波長の一括検出方式は、前記請求項 4 に係わる発明記載の前記信号光の波長が、前記波長変動の検知を開始する前に、前記光フィルタリング手段の有する通過域と阻止

域の間の波長域に初期設定されていることを特徴とする。

また、本発明の請求項 6 に係わる発明の波長多重光通信システムにおける波長の一括検出方式は、前記請求項 4 に係わる発明記載の前記光フィルタリング手段の有する通過域と阻止域の間の波長域が、前記波長変動の検知を開始する前に、前記信号光の波長を含むように初期設定されていることを特徴とする。

また、本発明の請求項 7 に係わる発明の波長多重光通信システムにおける波長の一括検出方式は、前記請求項 4 に係わる発明記載の前記帯域通過フィルタリング手段が、複数かつ並列に配設された電氣的帯域通過フィルタであることを特徴とする。

また、本発明の請求項 8 に係わる発明の波長多重光通信システムにおける波長の一括検出方式は、前記請求項 4 に係わる発明記載の前記帯域通過フィルタリング手段が、前記光電変換手段の出力信号をディジタル変換する手段と、ディジタルフィルタ機能を有する信号処理手段を備えることを特徴とする。

また、本発明の請求項 9 に係わる発明の波長多重光送信装置は、波長の変動を検知した出力を光源に帰還して波長を安定化する光送信装置であって、異なる周波数で変調を受けた異なる波長の信号光を発振する半導体レーザと前記半導体レーザの温度を制御する温度制御器を備えた複数の光送信手段と、前記複数の信号光を波長多重伝送光に多重し送出する波長多重手段と、前記波長多重伝送光を一部分岐する手段と、複数の通過域を有し前記波長多重伝送光の分岐した成分を透過させる光フィルタリング手段と、前記光フィルタリング手段を透過した光を一括受光し光電変換する手段と、前記光電変換した電気信号をそれぞれの前記変調周波数を通過域とし、それぞれの通過域の出力を、対応する周波数で変調を受けた前記半導体レーザの温度を制御する前記温度制御器に出力する帯域通過フィルタリング手段を備え、前記温度制御器が、前記帯域通過フィルタリング手段の出力を所定のレベルに一定化するように前記半導体レーザの温度を制御して、前記波長多重伝送光の含むそれぞれの波長を安定化することを特徴とする。

また、本発明の請求項 10 に係わる発明の波長多重光送信装置は、前記請求項 9 に係わる発明記載の前記信号光の波長が、前記波長変動の検知を開始する前に、前記光フィルタリング手段の有する通過域と阻止域の間の波長域に初期設定され

ていることを特徴とする。

また、本発明の請求項 1 1 に係わる発明の波長多重光送信装置は、前記請求項 9 に係わる発明記載の前記光フィルタリング手段の有する通過域と阻止域の間の波長域が、前記波長変動の検知を開始する前に、前記信号光の波長を含むように初期設定されていることを特徴とする。

また、本発明の請求項 1 2 に係わる発明の波長多重光送信装置は、前記請求項 9 に係わる発明記載の前記帯域通過フィルタリング手段が、複数かつ並列に配設された電氣的帯域通過フィルタであることを特徴とする。

また、本発明の請求項 1 3 に係わる発明の波長多重光送信装置は、前記請求項 9 に係わる発明記載の前記帯域通過フィルタリング手段が、前記光電変換手段の出力信号をデジタル変換する手段と、デジタルフィルタリング機能を有する信号処理手段を備えることを特徴とする。

また、本発明の請求項 1 4 に係わる発明の波長多重光送信装置は、波長の変動を検知した出力を光源に帰還して波長を安定化する光送信装置であって、異なる周波数で変調を受けた異なる波長の信号光を発振する半導体レーザと前記半導体レーザの温度を制御する温度制御器を備えた複数の光送信手段と、前記複数の信号光を波長多重伝送光に多重し送出する波長多重手段と、前記波長多重伝送光を一部分岐する手段と、複数の通過域を有し前記波長多重伝送光の分岐した成分を透過させる光フィルタリング手段と、前記光フィルタリング手段を透過した光を一括受光し光電変換する手段と、前記光電変換した電気信号をそれぞれの前記変調周波数を通過域とし、それぞれの通過域の出力を、対応する周波数で変調を受けた前記半導体レーザの温度を制御する前記温度制御器に出力する帯域通過フィルタリング手段を備え、前記温度制御器が、前記半導体レーザの温度を差分的に変動させたとき、前記帯域通過フィルタリング手段の差分的な出力が最小となるように、前記半導体レーザの温度を制御して、前記波長多重伝送光の含むそれぞれの波長を安定化することを特徴とする。

また、本発明の請求項 1 5 に係わる発明の波長多重光送信装置は、前記請求項 1 4 に係わる発明記載の前記信号光の波長が、前記波長変動の検知を開始する前に、前記光フィルタリング手段の有する通過域に初期設定されていることを特徴と

する。

また、本発明の請求項 1 5 に係わる発明の波長多重光送信装置は、前記請求項 1 4 に係わる発明記載の前記光フィルタリング手段の有する通過域が、前記波長変動の検知を開始する前に、前記信号光の波長を含むように初期設定されていることを特徴とする。

また、本発明の請求項 1 7 に係わる発明の波長多重光送信装置は、前記請求項 1 4 に係わる発明記載の前記帯域通過フィルタリング手段が、複数かつ並列に配設された電氣的帯域通過フィルタであることを特徴とする。

また、本発明の請求項 1 8 に係わる発明の波長多重光送信装置は、前記請求項 1 4 に係わる発明記載の前記帯域通過フィルタリング手段が、前記光電変換手段の出力信号をデジタル変換する手段と、デジタルフィルタリング機能を有する信号処理手段を備えることを特徴とする。

また、本発明の請求項 1 9 に係わる発明の波長多重光送信装置は、前記請求項 4 、 9 及び 1 4 に係わる発明記載の前記光フィルタリング手段が、アレイ導波路回折格子型分光素子で構成されていることを特徴とする。

また、本発明の請求項 2 0 に係わる発明の波長多重光送信装置は、前記請求項 4 、 9 及び 1 4 に係わる発明記載の前記光フィルタリング手段が、ファイバブラッグ回折格子型分光素子で構成されていることを特徴とする。

また、本発明の請求項 2 1 に係わる発明の波長多重光送信装置は、前記請求項 4 、 9 及び 1 4 に係わる発明記載の前記光フィルタリング手段が、ファブリペロ・エタロン型分光素子で構成されていることを特徴とする。

【 0 0 0 5 】

【発明の実施の形態】

本発明の実施の形態について、図面を参照して説明する。

図 1 は、本発明の波長一括検出方式の第 1 の実施形態の構成を示す図であり、波長の異なる n 個の光送信器 1 と、光送信器 1 の出力光を合波する光合波器 3 と、合波した光出力の一部を分岐する光分岐 5 と、分岐された光の波長を一括して検出する波長検出器 7 とで構成される。

図 2 は、光送信器 $1x$ ($x = a, b, c, \dots, n, 1x$: 図 1 における $1a$ 、

1 b、1 c、・・・1 n) の構成を示す。各光送信器は、連続発振しているLDモジュール10と、LDモジュール10の出力光パワーを制御するAPC回路12 (APC: Automatic Power Control) と、LDが出力する光の波長は温度に依存するため、LDの温度を制御するATC回路13 (ATC: Automatic Temperature Control) と、LDモジュール10の連続発振している出力光14を外部からのDATA信号15 (電気信号) に従って光変調を行う光変調器11と、APC回路12の出力電流17に出力を重畳させLDモジュール10に流れ込む電流10を振動させることにより、最終的に発出光2xのパワーに連続波による振幅変調をかけた状態にする発振回路16から構成される。この変調度は、伝送特性に影響が出ない程度の変調の深さである。また、周波数はLDモジュール間の波長間隔やデータレートに比べて十分低い周波数である。

図3は、波長検出器7の構成を示す。波長検出器は、光フィルタ20と、光フィルタ透過光を一括して受光する光電変換器22と、光電変換された信号をフィルタリングし、通過域の中心周波数が異なる複数の電氣的な帯域通過フィルタ24 (BPF: Band Pass Filter) とで構成される。

光フィルタ20は、図4に示すような透過波長に周期性の波長特性がある。そして、最小透過損失より3dB損失の高い2つの波長位置のうち、長波長側の波長位置が光送信器の発振波長と一致するように通過帯域特性が設定されている。または、光フィルタ20の波長特性に対して最小透過損失より3dB損失の高い2つの波長位置のうち、長波長側の波長位置が光送信器の発振波長と一致するように光送信器の各波長が初期設定されている。

このような特性を有する光フィルタとして、導波路アレイ回折格子 (AWG: Arrayed Waveguide Grating) やファイバブラッグ格子 (FBG: Fiber Bragg Grating) やファブリペロ・エタロン等を用いた分光素子を用いることができる。

帯域通過フィルタ24a、24b、24c、24nは、それぞれ、光送信器出力光2a、2b、2c、2dにかかっている振幅変調周波数である f_1 、 f_2 、 f_3 、 f_n が帯域の中心周波数となるように設定されている。

【 0 0 0 6 】

次に、本実施形態の動作を説明する。

図 2 において、各光送信器 1 a、1 b、1 c、1 n では、各光送信器内部の発振回路 1 6 により LD モジュール 1 0 に流れるバイアス電流 1 8 を振動させ、発出する光出力パワー 1 4 に振幅変調をかける。このとき、振幅変調に使用する周波数を各光送信器 1 a、1 b、1 c、1 n でそれぞれ異なる周波数 f_1 、 f_2 、 f_3 、 f_n に設定しておく。このようにして、各光送信器 1 a、1 b、1 c、1 n からは、それぞれ異なる周波数 f_1 、 f_2 、 f_3 、 f_n で振幅変調がかかった光信号 2 a、2 b、2 c、2 n が出力される。当然のことながら、波長もそれぞれ異なる。

各光送信器 1 a、1 b、1 c、1 n から出力された光信号 2 a、2 b、2 c、2 n は光合波器 3 で波長多重され多重化光 4 が生成される。多重化光 4 を光分岐 5 によって分岐した光 6 b が光波長検出器 7 に入力される。一部を分岐した大部分の光 6 a は、伝送路に送信される。

図 3 で示される光波長検出器 7 に入力された光 6 b は光フィルタ 2 0 を通過するが、この光フィルタ 2 0 は前述のように図 4 に示す波長特性をもっているため、入射光の波長変動に応じて透過光 2 1 のパワーが変化することになる。つまり、光フィルタ 2 0 に入射される多重光 4 のスペクトラムが図 5 のようになっていると仮定すると、フィルタ 2 0 の透過光 2 1 のスペクトラム強度分布は図 6 のようになる。ただし、この状態ではまだ分離されていないため、光送信器 1 a、1 b、1 c、1 n のいずれの波長が長短どちらに変動したのか判定できない。光フィルタ 2 0 の透過光 2 1 は光電変換器 2 2 (例えば PD: Photo Detector) で電気信号 2 3 に変換され、それぞれ f_1 、 f_2 、 f_3 、 f_n の通過帯域を持つ帯域通過フィルタ 2 4 a、2 4 b、2 4 c、2 4 n に入力される。ここで、この通過帯域 f_1 、 f_2 、 f_3 、 f_n は、それぞれ光送信器出力 2 a、2 b、2 c、2 n にかけている振幅変調周波数 f_1 、 f_2 、 f_3 、 f_n に設定してあるので、各帯域通過フィルタ 2 4 a、2 4 b、2 4 c、2 4 n の出力 8 a、8 b、8 c、8 n は、それぞれ光送信器 1 a、1 b、1 c、1 n の波長変動に応じて変化する波長検出信号として使用することができる。

【 0 0 0 7 】

図を参照して説明すると、光フィルタ 2 0 は、図 4 に示すような透過波長に周期性の波長特性があり、最小透過損失より 3 d B 損失の高い 2 つの波長位置のうち、長波長側の波長位置が光送信器の発振波長と一致するように通過帯域特性が設定されている。または、光フィルタ 2 0 の波長特性に対して最小透過損失より 3 d B 損失の高い 2 つの波長位置のうち、長波長側の波長位置が光送信器の発振波長と一致するように光送信器の各波長が初期設定されている（図 5）。図 6 に示すように、発振スペクトルが変動し、初期に設定した光フィルタ 2 0 の波長特性と光送信器の発振波長との関係がずれると、光フィルタを透過する光レベルは変化する。図 6 では、光送信器 1 a の発振波長 λ_1 は初期設定時より短波長にずれたため、光フィルタで受ける損失は初期設定時より減ずる。また、光送信器 1 b の発振波長 λ_2 は初期設定時より長波長にずれたため、光フィルタで受ける損失は初期設定時より増大する。また、光送信器 1 c の発振波長 λ_3 は初期設定時と変わらなかったため、光フィルタで受ける損失は変わらない。光フィルタ 2 0 を透過した各波長のレベルが変化し、そのスペクトラムが図 6 のようになるので、光電変換器 2 2 から出力される電気信号のスペクトラムは図 6 と同様の形を示し、図 7 のようになる。そして、通過帯域の異なる n この帯域通過フィルタに入力された光電変換器出力は、各フィルタによって分波出力される。帯域通過フィルタ 2 4 a は f_1 のみを透過させるため、帯域通過フィルタ 2 4 a の通過信号 8 a のスペクトラムは図 8 のようになる。そして、光送信器 1 a の波長が、初期設定時の波長から短波長に遷移すればこの信号出力 8 a のレベルは上がり、長波長に遷移すればレベルは下がる。このように、帯域通過フィルタの出力の振幅成分が波長変動によって変化するため、波長の変動の大きさと方向を検出することができる。

尚、上記の実施形態の説明において、初期設定時における光フィルタ 2 0 の波長特性と光送信器の発出波長との関係は、光フィルタの通過域での最小透過損失より 3 d B 損失の高い 2 つの波長位置のうち、長波長側の波長位置が光送信器の発振波長と一致するように通過帯域特性を設定する場合を述べたが、短波長側の波長位置が光送信器の発振波長と一致するようにしてもよく、同様の効果が得られ

る。

【0008】

次に、本発明の第2の実施形態の波長多重光送信装置について説明する。

図9は、波長多重光送信装置の全体システムの構成を、図10は、波長多重光送信装置を構成する光送信器の構成を示す。

図9の波長多重光送信装置の構成は、構成要素は図1の波長検出システムとほぼ同様であるが、波長検出器7によって検出された $\lambda \times$ の波長の変動信号を、対応する光送信器100 \times にフィードバックするように結線されている。フィードバックされた各波長変動信号8 \times は、図10に示す光送信器100 \times のATC130に信号19として入力される。従って、ATCの機能が図1の実施形態と図9の実施形態とは異なる。ATC130では、各波長の信号出力8 \times が常に所定のレベルとなるように、LDモジュールの温度を制御することによって、LDモジュール10の発振波長を、上で述べた光フィルタの所定の波長に一定化させることができる。

尚、上記の波長多重光送信装置の実施形態の説明では、図1の波長検出方式を利用しているため、初期設定時における波長検出器7の持つ光フィルタ20の波長特性と光送信器の発出波長との関係は、光フィルタの通過域での最小透過損失より3dB損失の高い2つの波長位置のどちらかに設定しているが、図11に示すように、光フィルタの通過域の中心波長位置を初期設定時に光送信器の発振波長と一致するようにしてもよい。この場合には、ATC130では、逐次的にLDモジュールの温度に差分を与えたとき、発振波長の変化を介して各波長の波長検出器の信号8 \times に現れる出力の差分が0となるように、LDモジュールの温度を制御することによって、LDモジュール10の発振波長を、光フィルタの通過域の中心波長に一定化させることができる。この方法は、波長の引き込み速度や波長検出器と光送信器で作るフィードバック系の応答速度は、前記第2の実施形態の方法に比べて遅いが、安定性に優れる。

【0009】

次に、本発明の第3の実施形態について説明する。

図12は、波長検出器7の異なる実施例の構成を示す。波長検出器は、入力光6

bを分岐する光分岐36と、分岐された一方の光の振幅変調信号スペクトラム解析を行う、図3の波長検出器と同一の系、すなわち光フィルタ30と、光フィルタ透過光を一括して受光する光電変換器32と、光電変換された信号をフィルタリングする、通過域の中心周波数の異なる複数の電氣的な帯域通過フィルタ34とで構成される系41と、分岐された他方の光の振幅変調信号スペクトラム解析を行う、図3の波長検出器の構成から光フィルタを除いた構成の系、分岐された他方の光37を一括して受光する光電変換器38と、光電変換された信号をフィルタリングする、通過域の中心周波数の異なる複数の電氣的な帯域通過フィルタ35とで構成される系42と、同一の通過域をもった帯域通過フィルタを通過した電気信号とを比較し、比較結果を出力する複数の比較器37とで構成する。

図12に示すように、フィルタ30を通った光と通らない光の比較することにより、パワーの変動の影響を打ち消すことができる。つまり、フィルタを通らない方の光37は波長依存性をもたないため、光送信器1a、1b、1c、1nの出力光2a、2b、2c、2dのパワーに応じた電気信号40a、40b、40c、40nが出力される。よって、電気信号40a、40b、40c、40nと光フィルタを通った電気信号39a、39b、39c、39nを比較すれば、光送信器の光出力パワー変動による影響を打ち消すことができる。比較の方法としては、光フィルタ30を通った後光電変換された電気信号39xを、光フィルタを通らずに光電変換された電気信号40xで除算することによって実現される。

【0010】

次に、本発明の第4の実施形態について説明する。

図13は、波長検出器7の第1の実施形態に用いた波長検出器とは異なる構成を示す。波長検出器は、図13に示すように、波長多重光送信器の発振波長を通過波長とする光フィルタ50を透過し、光電変換器52によって光電変換された出力53をAD変換器54 (Analog-Digital Converter) でデジタル信号55に変換した後、デジタル信号処理装置 (CPU) 56に入力する。デジタル信号処理装置 (CPU) 56でデジタルフィルタを実現することにより、任意の波長成分のみを取り出すことが可能となる。この方法であれば、波長数が増えてもデジタル信号処理装置 (CPU) 56のファーム

ウェアの変更のみで対応できるため、波長検出器 7 の回路構成・サイズが波長数に依存しなくなり、拡張性に富む。

【 0 0 1 1 】

【発明の効果】

以上説明したように。本発明の波長一括検出方式並びに光送信装置は、多重化された後の光を利用するため、極めて簡単な構成で波長検出が可能となり、これによって、波長多重送信光源の波長が安定化された光送信装置を実現することができる。また、更に以下の効果を奏す。

第一の効果は、波長検出が小さいサイズで実現できるということである。現在実用化されている波長監視方法は、各光送信器に波長検出素子が必要であるため光送信器のサイズが大きくなってしまう。そのため、波長数に比例して装置全体のサイズも大きくなってしまう。本発明の方法であれば、1つのシステムに1つの波長検出器のみでよく、波長数増加による波長検出器のサイズの増加も大きくない。また、波長検出器の第3の実施例で示したように、デジタル信号処理装置によるデジタルフィルタを使用すれば、検出器の回路サイズが波長数に依存しなくなる。

第二の効果は、低コストで波長監視が可能になるということである。これまでの波長監視は、各光送信器に波長検出素子が必要であるため、波長数が増えるほど波長監視にかかるコストがアップしていた。また、一括監視する方法として多重光を光スペクトラムアナライザで監視する方法が検討されているが、光スペクトラムアナライザが高価な装置である、精度を維持するために定期的に保守が必要であるなど、あまり実用的であるとは言えなかった。それに対し、本発明の波長検出器は汎用の光フィルタ・電気デバイスなど安価な素子で構成することができ、また、波長数が増えることによるコストアップも押さえることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の波長多重光通信システムにおける波長一括検出方式の一実施形態の構成を示す図である。

【図 2】

本発明の波長一括検出方式の一実施形態における光送信器の一実施例の構成を示す図である。

【図 3】

本発明の波長一括検出方式の一実施形態における波長検出器の一実施例の構成を示す図である。

【図 4】

本発明の波長一括検出方式の一実施形態における波長検出器を構成する光フィルタの波長通過特性を説明する図である。

【図 5】

本発明の波長一括検出方式の一実施形態における波長検出器を構成する光フィルタに入射する光の波長スペクトラムを説明する図である。

【図 6】

本発明の波長一括検出方式の一実施形態における波長検出器を構成する光フィルタを透過した光の波長スペクトラムを説明する図である。

【図 7】

本発明の波長一括検出方式の一実施形態における波長検出器を構成する光フィルタを透過した後光電変換された電気信号の周波数スペクトラムを説明する図である。

【図 8】

本発明の波長一括検出方式の一実施形態における波長検出器を構成する電気的帯域通過フィルタ B P F (f 1) を透過した電気信号の周波数スペクトラムを説明する図である。

【図 9】

本発明の波長多重光通信システムにおける光送信装置の一実施形態の構成を示す図である。

【図 1 0】

本発明の波長多重光通信システムにおける光送信装置を構成する光送信器の一実施例の構成を示す図である。

【図 1 1】

本発明の光送信装置における波長検出器を構成する光フィルタの波長通過特性と光送信波長との関係の別なる実施例を説明する図である。

【図 1 2】

本発明の波長一括検出方式の一実施形態における波長検出器の別なる実施例の構成を示す図である。

【図 1 3】

本発明の波長一括検出方式の一実施形態における波長検出器の更に別なる実施例の構成を示す図である。

【符号の説明】

- 1 光送信器
- 3 光合波器
- 5 光分岐
- 7 波長検出器
- 1 0 L D モジュール
- 1 1 光変調器
- 1 2 A P C 回路
- 1 3 A T C 回路
- 1 6 発振回路
- 2 0 光フィルタ
- 2 2 光電変換器
- 2 4 帯域通過フィルタ
- 3 0 光フィルタ
- 3 2 光電変換器
- 3 4 帯域通過フィルタ
- 3 7 比較器
- 3 8 光電変換器
- 5 0 光フィルタ
- 5 2 光電変換器
- 5 4 A D 変換器

5 6 デジタル信号処理装置 (CPU)

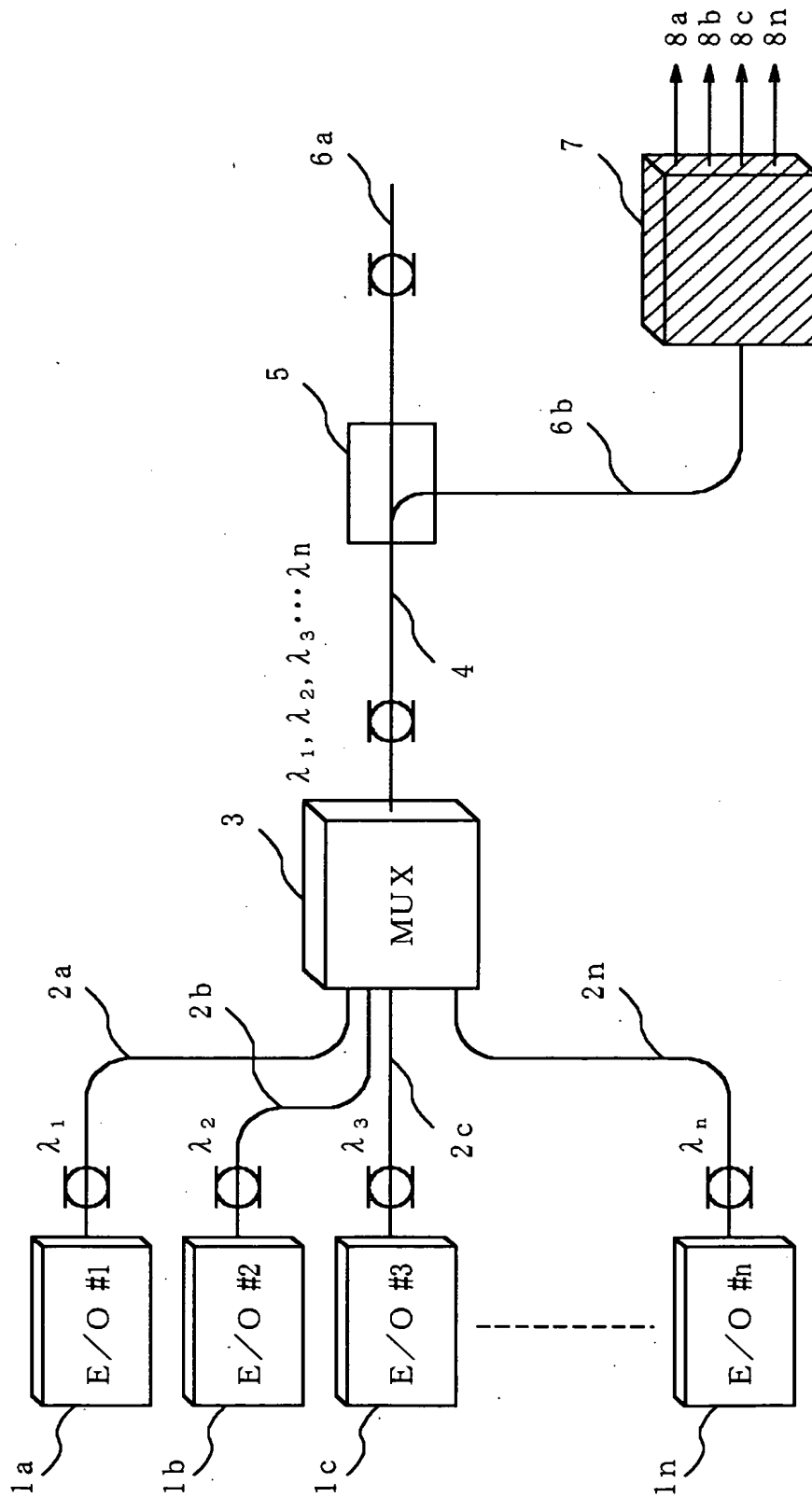
1 0 0 光送信器

1 3 0 ATC

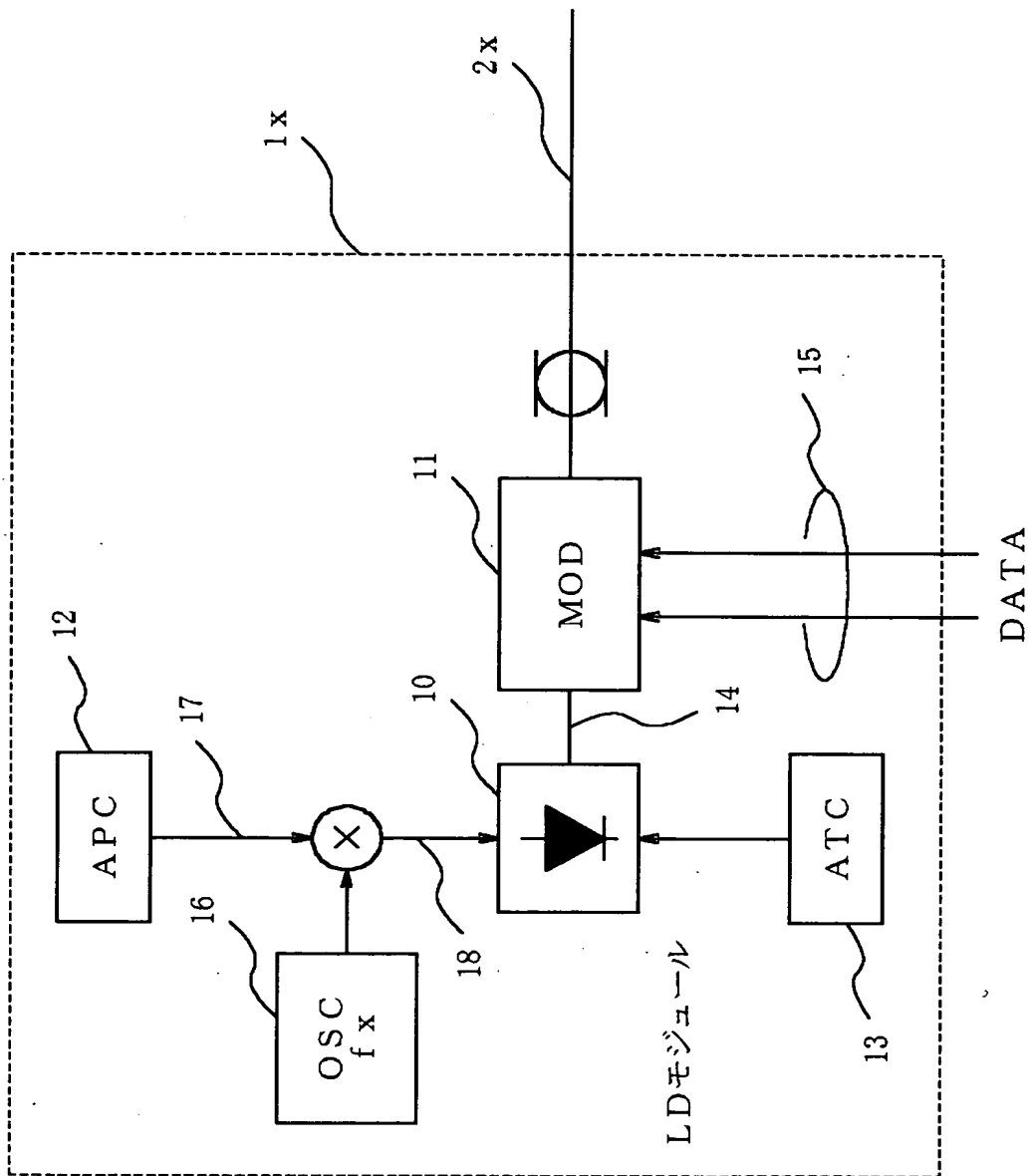
特 2 0 0 0 - 3 4 9 9 3 2

【書類名】 図面

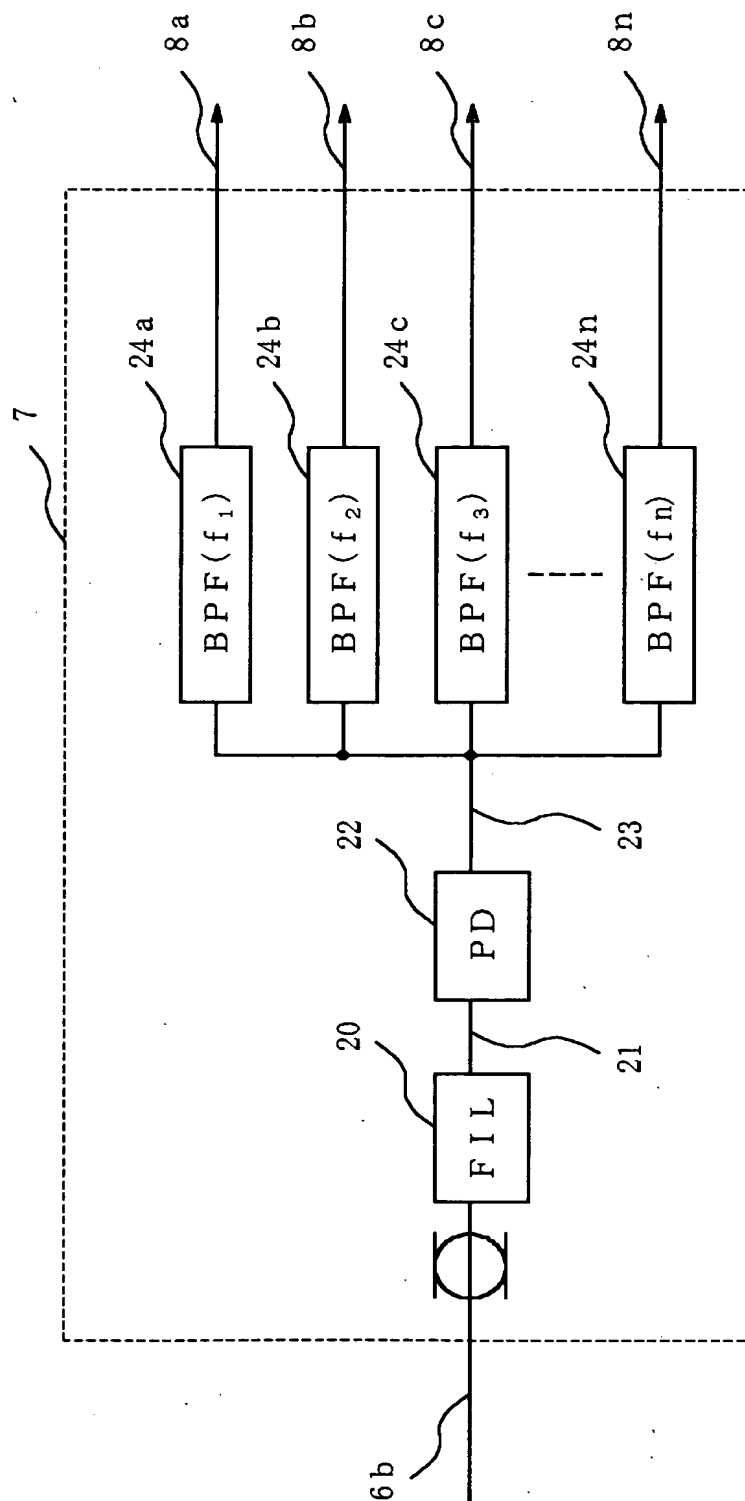
【図 1】



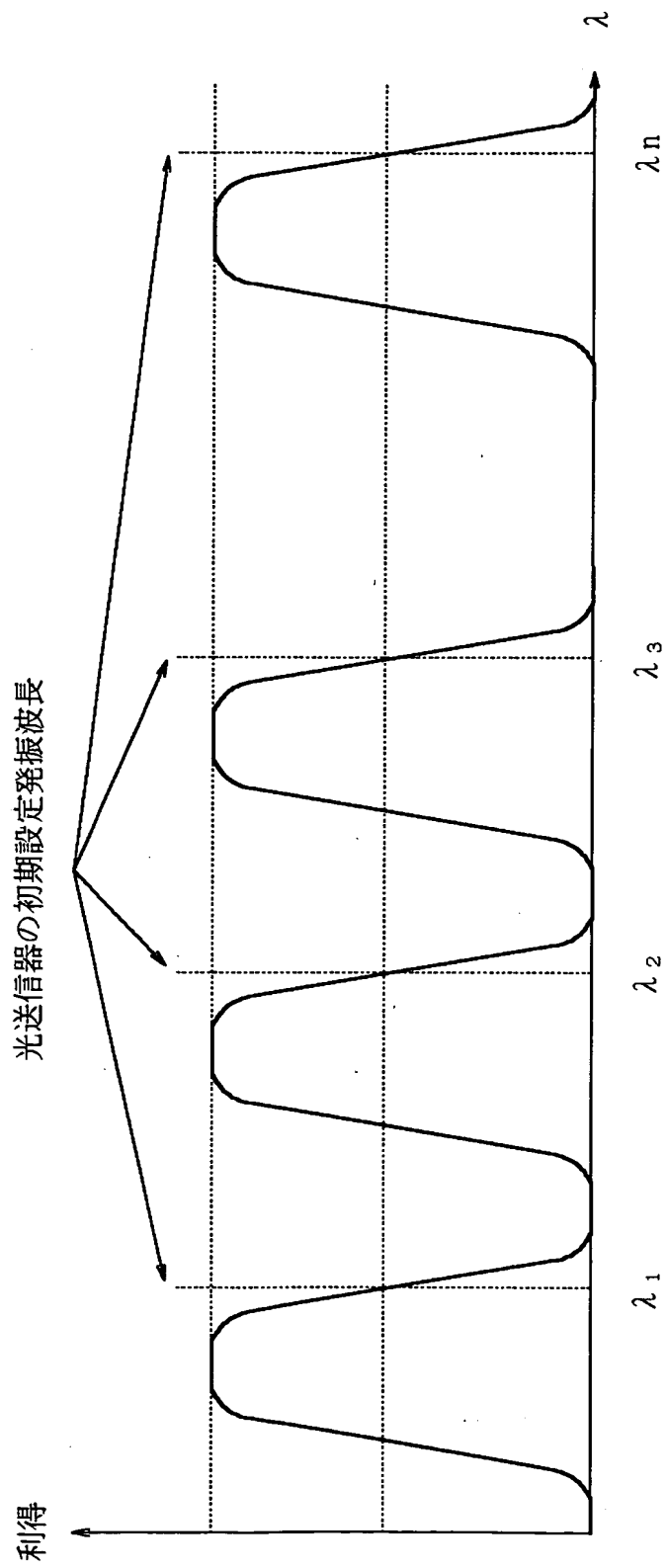
【図 2】



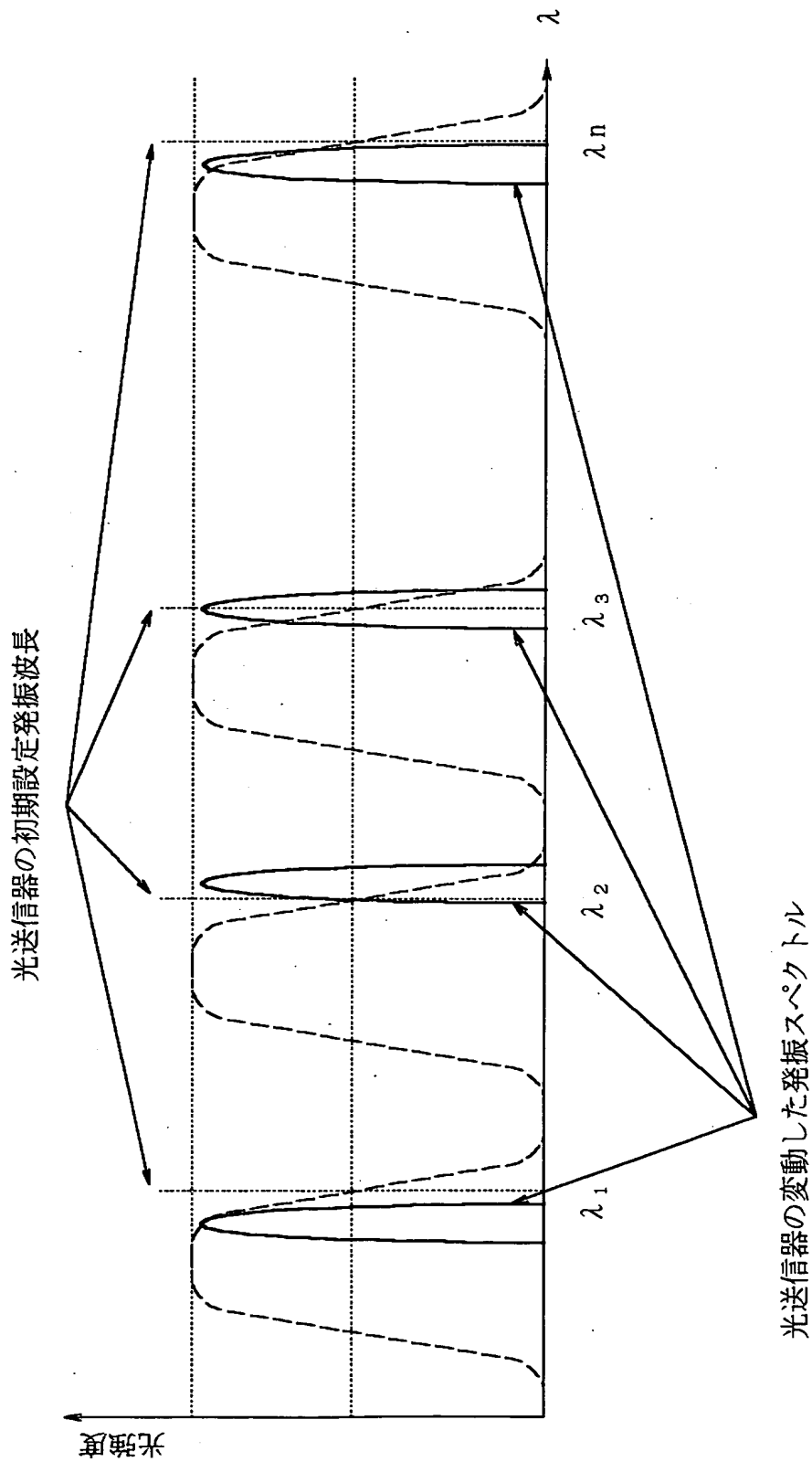
【図 3】



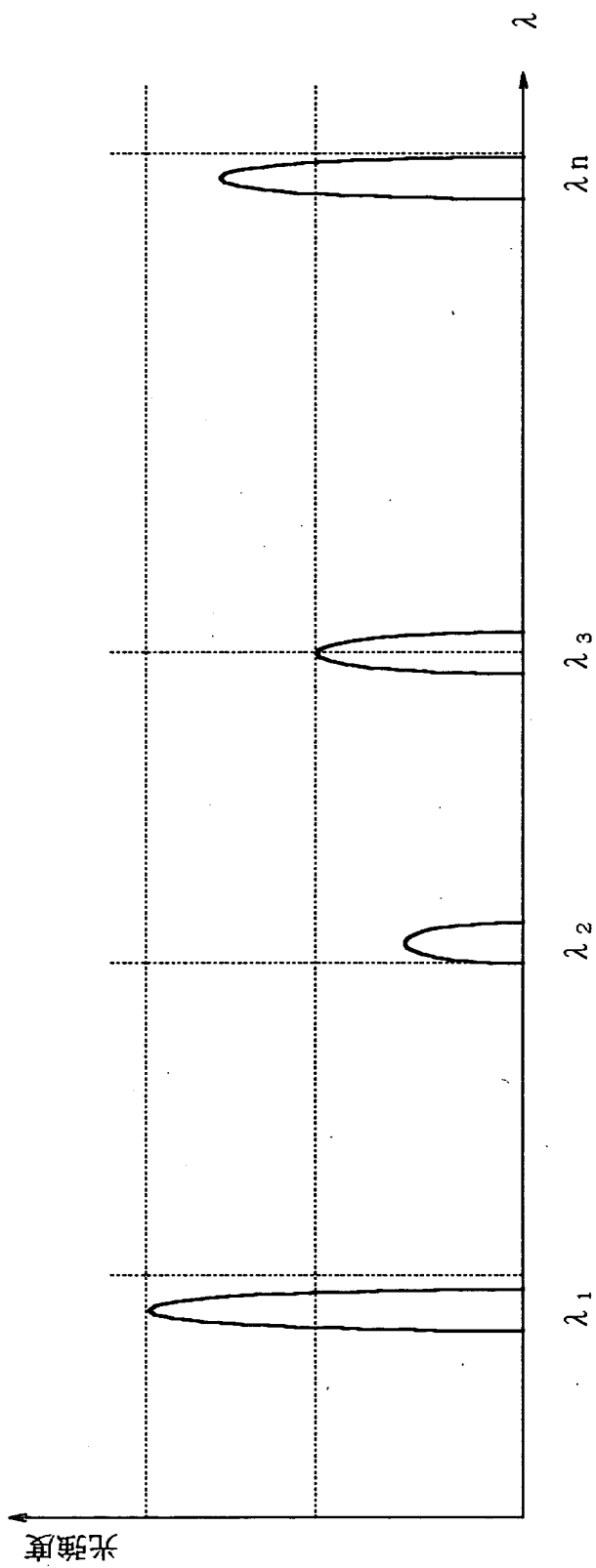
【図 4】



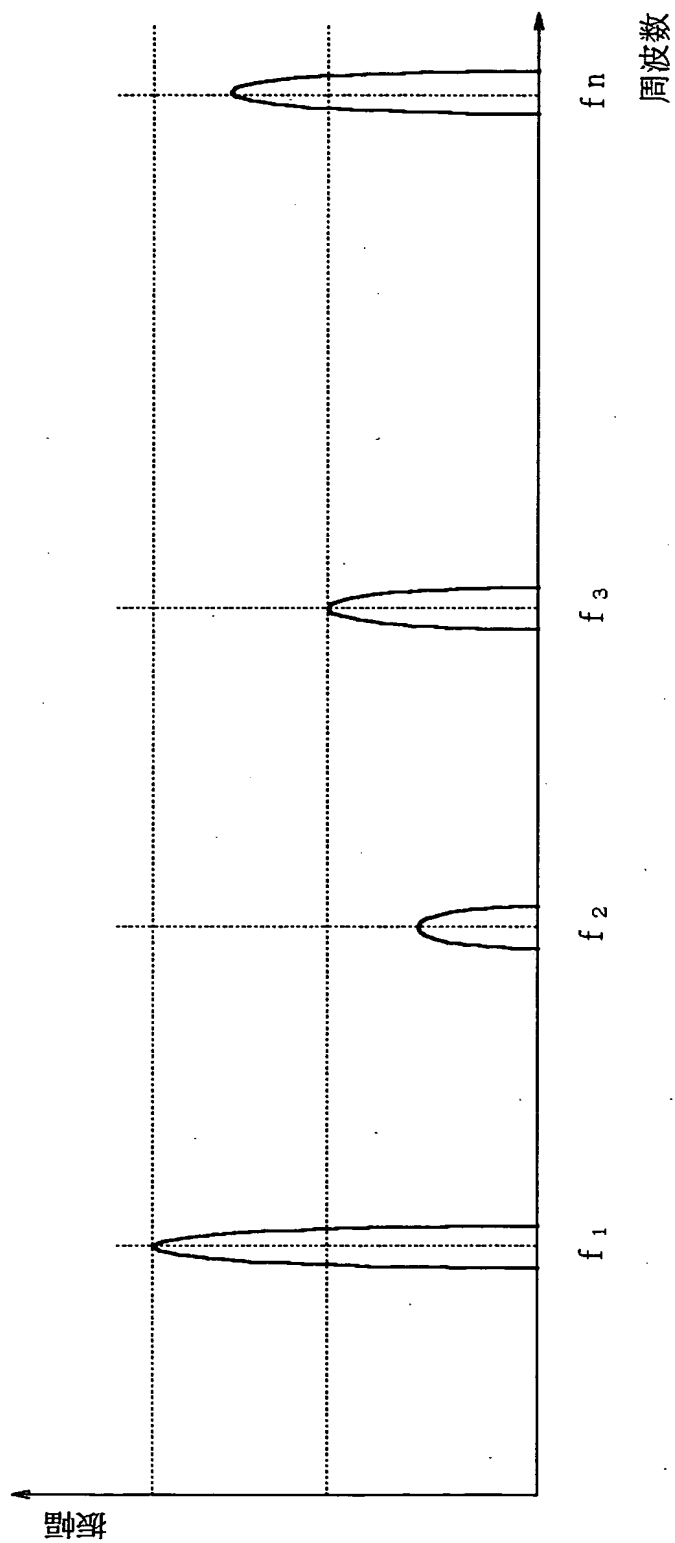
【図 5】



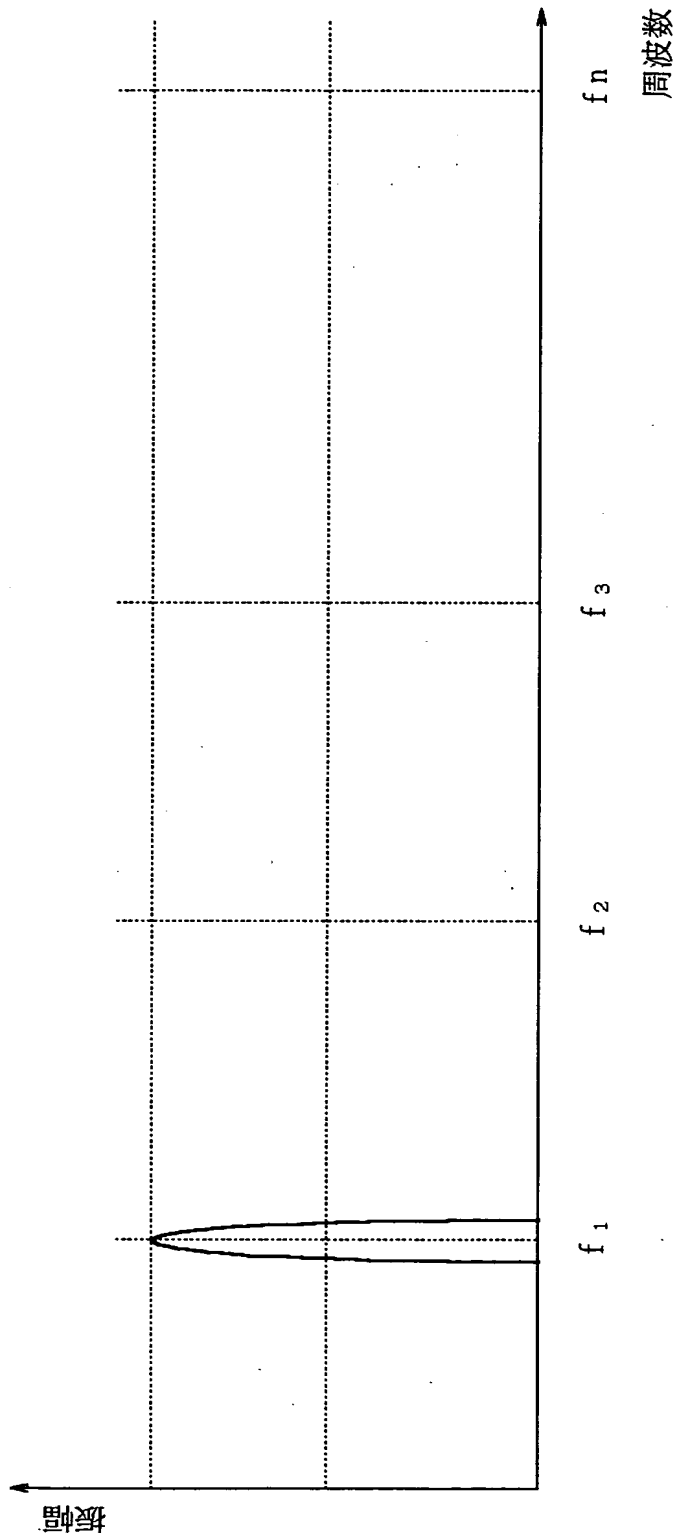
【図 6】



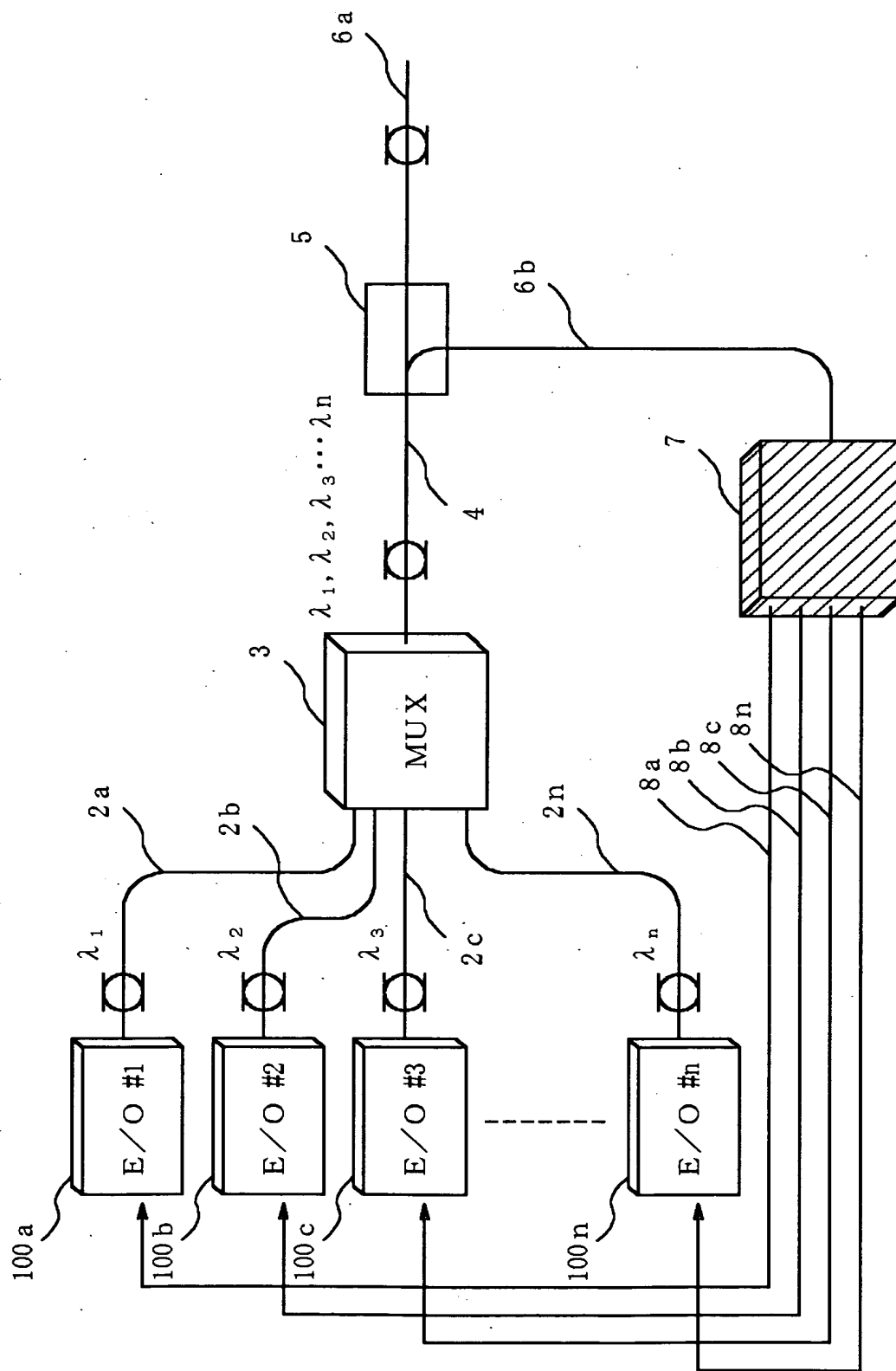
【図 7】



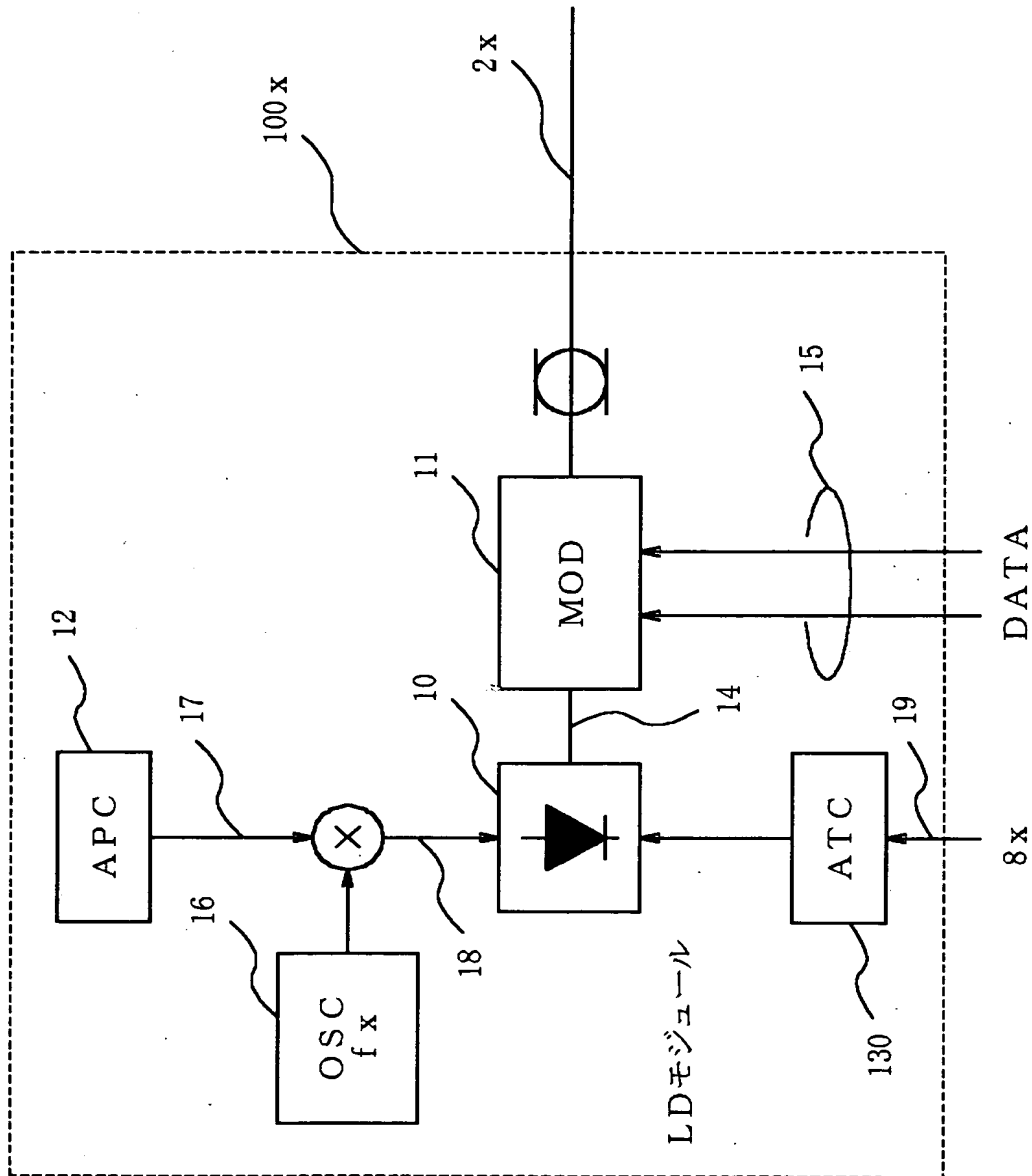
【図 8】



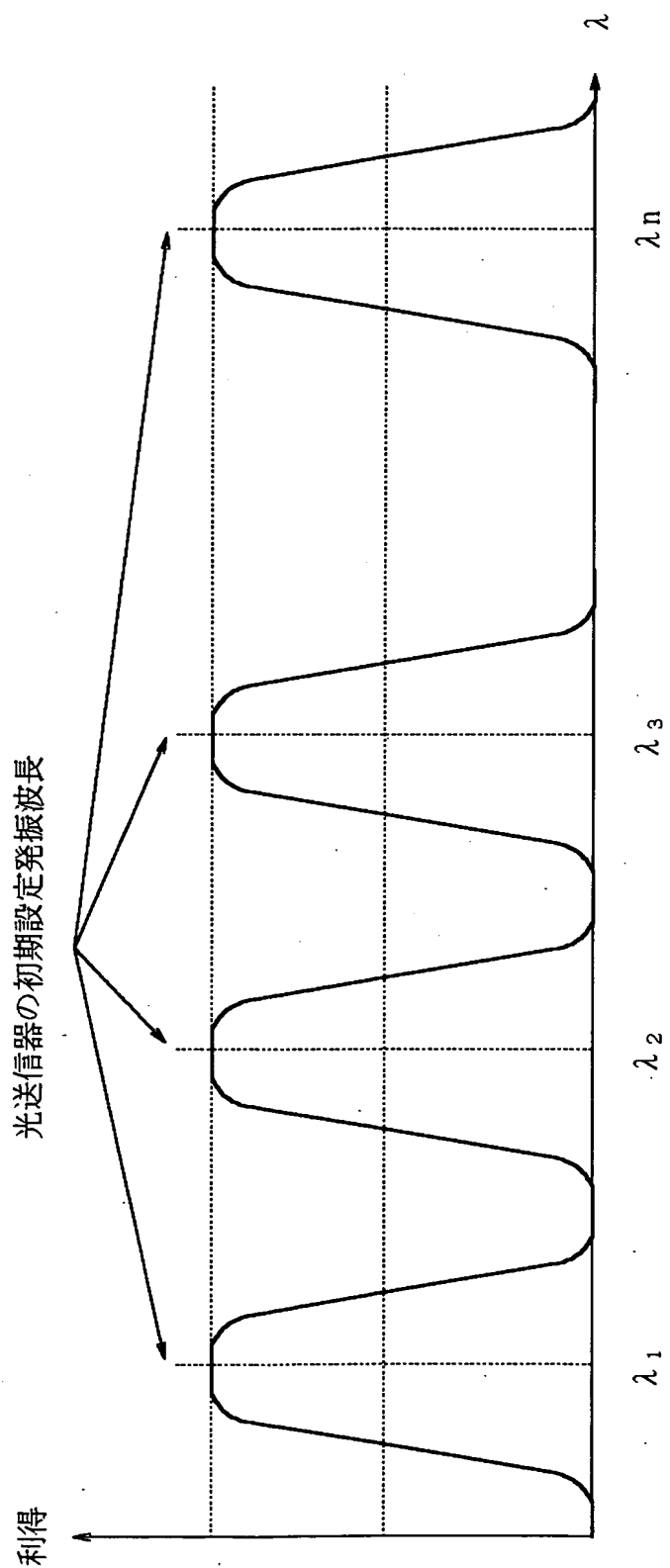
【图 9】



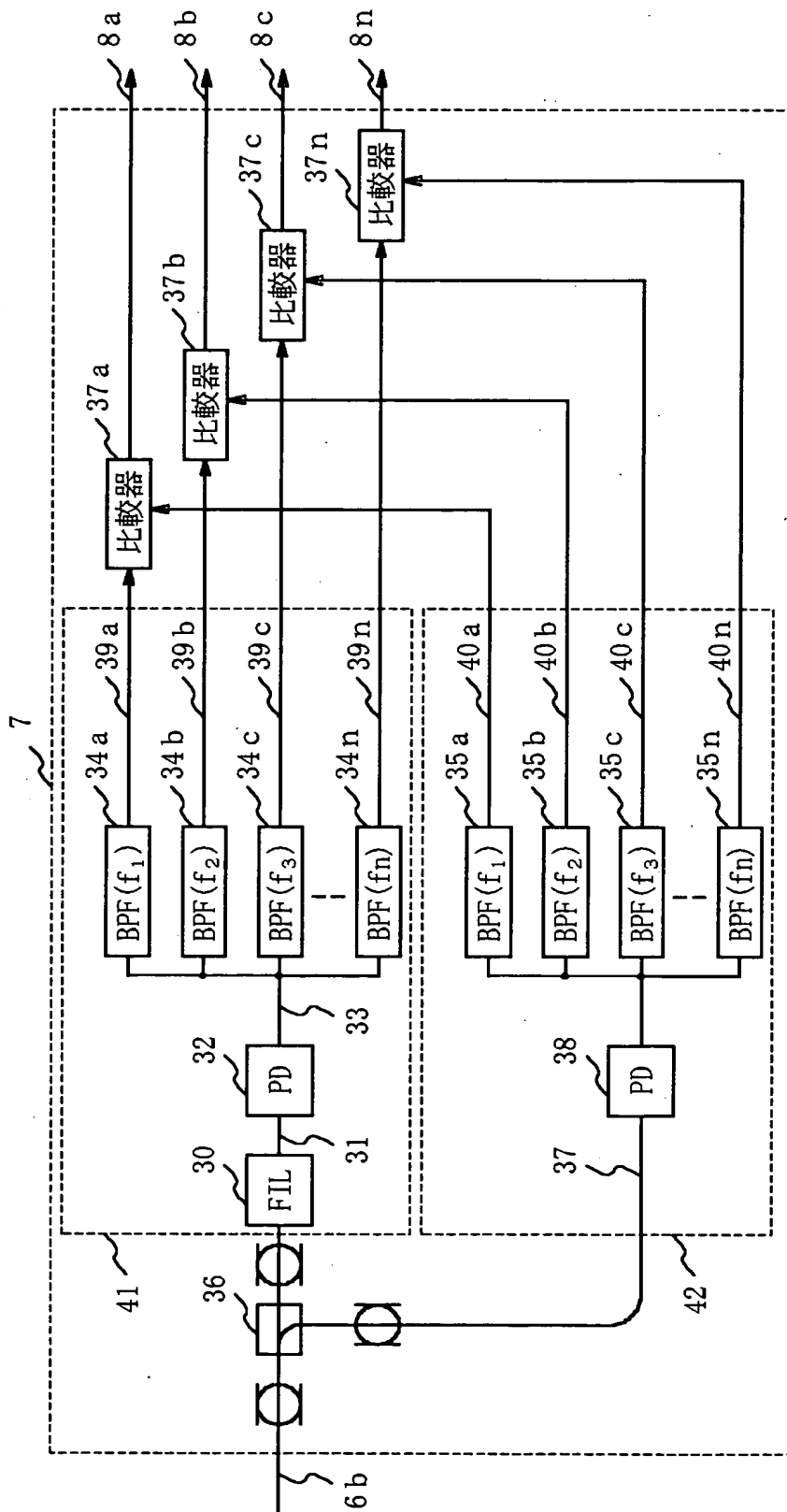
【図 1 0】



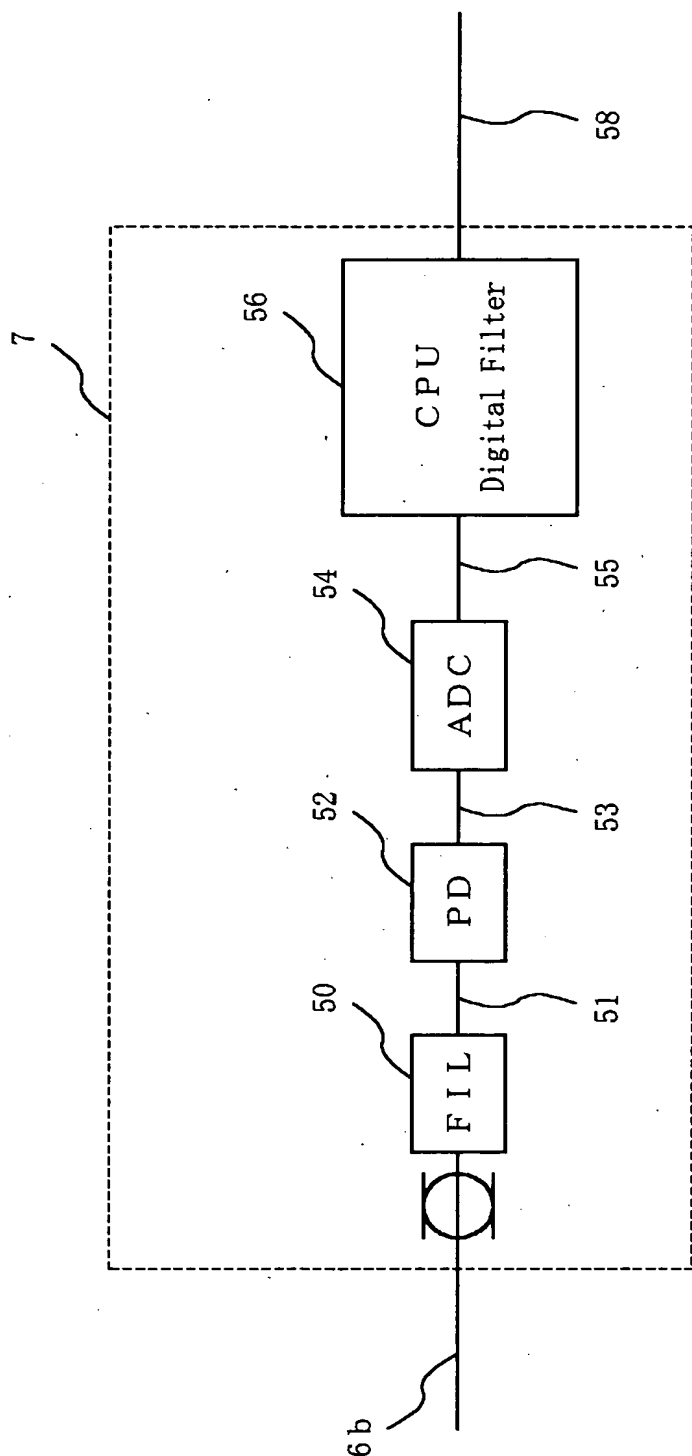
【図 1 1】



【図 1 2】



【図 1 3】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】複数の光送信器の光波長変動を、極めて簡単な構成で波長検出が可能にし、多重数（波長数）が増加しても回路規模拡大が押さえられ、WDM装置全体の小型化並びに低コスト化を可能とする方式。

【解決手段】光送信器 1 の出力光 2 にそれぞれ異なる周波数 f_1 、 f_2 、 f_3 、 f_n で振幅変調をかける。この出力光 2 を波長多重した多重化光 4 の一部を、周期的な波長依存性を持つ光フィルタ 10 を通過させた後、電気信号に変換する。その電気信号をそれぞれ f_1 、 f_2 、 f_3 、 f_n に通過帯域を持つ BPF 24 に通すことで、BPF の通過成分 8a、8b、8c、8n はそれぞれ光送信器 1 の波長変動にて変化することになり、その振幅の変動量で波長の変動量を検出することができる。

【選択図】 図 1

認 定 ・ 付 加 情 報

特許出願の番号	特願 2 0 0 0 - 3 4 9 9 3 2
受付番号	5 0 0 0 1 4 8 1 7 3 2
書類名	特許願
担当官	第七担当上席 0 0 9 6
作成日	平成 1 2 年 1 1 月 1 7 日

< 認定情報・付加情報 >

【提出日】	平成12年11月16日
-------	-------------

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000004237]

1. 変更年月日	1990年 8月29日
[変更理由]	新規登録
住 所	東京都港区芝五丁目7番1号
氏 名	日本電気株式会社